



PCT
WELTORGANISATION FÜR GEISTIGES EIGENTUM
Internationales Büro
INTERNATIONALE ANMELDUNG VERÖFFENTLICHT NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE
INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT)

(51) Internationale Patentklassifikation ⁶ : F01D 5/18	A1	(11) Internationale Veröffentlichungsnummer: WO 99/60253 (43) Internationales Veröffentlichungsdatum: 25. November 1999 (25.11.99)
(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE99/01263 (22) Internationales Anmeldedatum: 29. April 1999 (29.04.99) (30) Prioritätsdaten: 198 22 309.9 18. Mai 1998 (18.05.98) DE (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten ausser US): SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT [DE/DE]; Wittelsbacherplatz 2, D-80333 München (DE). (72) Erfinder; und (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): TIEMANN, Peter [DE/DE]; Gerichtstrasse 4, D-58452 Witten (DE). (74) Gemeinsamer Vertreter: SIEMENS AKTIENGE- SELLSCHAFT; Wittelsbacherplatz 2, D-80333 München (DE).	(81) Bestimmungsstaaten: IN, JP, RU, US, europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE). Veröffentlicht <i>Mit internationalem Recherchenbericht. Vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche zugelassenen Frist; Veröffentlichung wird wiederholt falls Änderungen eintreffen.</i>	

(54) Title: COOLED TURBINE BLADE PLATFORM

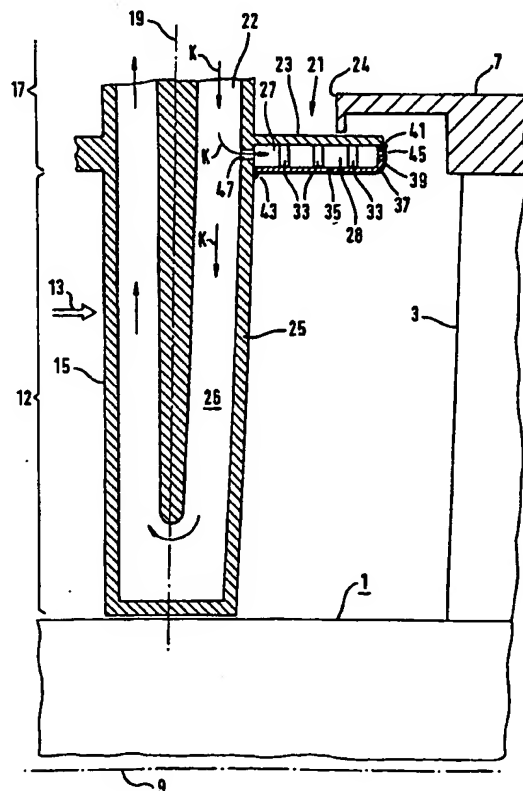
(54) Bezeichnung: GEKÜHLTE TURBINENSCHAUFELPLATTFORM

(57) Abstract

A turbine bucket (15) for circulation of an actuating fluid (A) in one direction (12) with a blade (12) that extends along the axis (19) of the turbine bucket and is maintained by a fixing area (17). An overhang (21) is located on the blade (12) in the direction of flow (13). Said overhang consists of a cavity (28) with an inlet (47) and an outlet (45) for a cooling agent.

(57) Zusammenfassung

Die Erfindung betrifft eine Turbinenschaufel (15) für eine Umströmung mit einem Aktionsfluid (A) in einer Strömungsrichtung (13) mit einem Schaufelblatt (12), das sich entlang einer Schaufelachse (19) erstreckt und an einem Befestigungsbereich (17) gehalten ist. An dem Schaufelblatt befindet sich in Strömungsrichtung (13) ein Überhang (21), der einen Hohlraum (28) mit einer Zuführung (47) und einem Auslaß (45) für ein Kühlmedium aufweist.



LEDIGLICH ZUR INFORMATION

Codes zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäss dem PCT veröffentlichen.

AL	Albanien	ES	Spanien	LS	Lesotho	SI	Slowenien
AM	Armenien	FI	Finnland	LT	Litauen	SK	Slowakei
AT	Österreich	FR	Frankreich	LU	Luxemburg	SN	Senegal
AU	Australien	GA	Gabun	LV	Lettland	SZ	Swasiland
AZ	Aserbaidschan	GB	Vereinigtes Königreich	MC	Monaco	TD	Tschad
BA	Bosnien-Herzegowina	GE	Georgien	MD	Republik Moldau	TG	Togo
BB	Barbados	GH	Ghana	MG	Madagaskar	TJ	Tadschikistan
BE	Belgien	GN	Guinea	MK	Die ehemalige jugoslawische Republik Mazedonien	TM	Turkmenistan
BF	Burkina Faso	GR	Griechenland	ML	Mali	TR	Türkei
BG	Bulgarien	HU	Ungarn	MN	Mongolei	TT	Trinidad und Tobago
BJ	Benin	IE	Irland	MR	Mauretanien	UA	Ukraine
BR	Brasilien	IL	Israel	MW	Malawi	UG	Uganda
BY	Belarus	IS	Island	MX	Mexiko	US	Vereinigte Staaten von Amerika
CA	Kanada	JP	Japan	NE	Niger	UZ	Usbekistan
CF	Zentralafrikanische Republik	KE	Kenia	NL	Niederlande	VN	Vietnam
CG	Kongo	KG	Kirgisistan	NO	Norwegen	YU	Jugoslawien
CH	Schweiz	KP	Demokratische Volksrepublik Korea	NZ	Neuseeland	ZW	Zimbabwe
CI	Côte d'Ivoire	KR	Republik Korea	PL	Polen		
CM	Kamerun	KZ	Kasachstan	PT	Portugal		
CN	China	LC	St. Lucia	RO	Rumänien		
CU	Kuba	LI	Liechtenstein	RU	Russische Föderation		
CZ	Tschechische Republik	LK	Sri Lanka	SD	Sudan		
DE	Deutschland	LR	Liberia	SE	Schweden		
DK	Dänemark			SG	Singapur		
EE	Estland						

Beschreibung

GEKÜHLTE TURBINENSCHAUFELPLATTFORM

- 5 Die Erfindung betrifft eine Turbinenschaufel, insbesondere eine Gasturbinenschaufel.

Um einen hohen Wirkungsgrad beim Betrieb einer mit einem Aktionsfluid, insbesondere einem heißen Gas, betriebenen Tur-
10 bine, insbesondere einer Gasturbine, zu erzielen, wird das Aktionsfluid auf eine hohe Temperatur aufgeheizt. Bei einer Gasturbine mit einer Brennkammer zur Erzeugung des heißen Aktionsfluids können die der Brennkammer nächstgelegenen Leit- und Laufschaufeln durch Kühlmedium kühlbar sein, um den dort
15 herrschenden, hohen Temperaturen zu widerstehen. Diese Temperaturen können z.B. bei einer Gasturbine oberhalb des Schmelzpunktes des für die Herstellung eines Grundkörpers der Gasturbinenschaufel verwendeten Werkstoffes liegen.

- 20 In dem Buch von F. Dietel, "Turbinen, Pumpen und Verdichter", Vogel Verlag, 1. Aufl., 1980 auf Seite 147 ff. ist eine Gasturbine beschrieben, bei der ein Schaufelblattbereich einer Leit- oder Laufschaufel der ersten Turbinenstufe mit einem Kühlluftstrom gekühlt wird. Durch die Kühlung wird die Tem-
25 peratur im Schaufelblattbereich unterhalb eines für die mechanische Stabilität der Schaufeln kritischen Wertes gehalten, so daß die mechanische Stabilität und damit die Funktionstüchtigkeit der Gasturbinenschaufel bei diesen Bedingungen gewährleistet ist. Der Schaufelblattbereich ist an mindestens
30 einem Befestigungsbereich der Turbinenschaufel gehalten. Die dem Schaufelblatt zugewandte Seite des Befestigungsbereiches dient zusätzlich der Begrenzung des Strömungsweges des Aktionsfluids und ist daher ebenfalls hohen Temperaturen ausgesetzt.

35

Die US-PS 5,413,458 betrifft eine Gasturbinenleitschaufel mit einer Deckplatte, welche einen Überhang aufweist, der durch

ein Kühlfluid kühlbar ist. Aufgrund des Herstellungsverfahrens der gesamten Turbinenschaufel durch Gießen, wobei gleichzeitig ein Hohlraum in dem Überhang freigelassen wird, sind entsprechende keramische Befestigungen zur Halterung der Gießform erforderlich. Diese Halterungen bedingen eine Öffnung in der dem Schaufelblattbereich abgewandten Seite der Deckplatte. Diese Öffnung ist bei dem bestimmungsgemäßen Betrieb der Gasturbinenschaufel in einer Gasturbine durch eine Abdeckplatte verschlossen.

10

Die DE 41 02 033 A1 betrifft eine Düsenanordnung für eine Hochdruckturbine von einem Gasturbinentriebwerk. Die Düsenanordnung enthält mehrere auf dem Umfang im Abstand angeordnete Schaufeln und ein Düsenband. Das Düsenband weist einen Überhangsabsschnitt auf, welcher Kühlkanäle besitzt die am axial von den Schaufeln weitesten beabstandeten Enden des Düsenbandes eine Auslaßöffnung für Kühlluft aufweist.

Aufgabe der Erfindung ist es eine kühlbare Turbinenschaufel anzugeben. Die Aufgabe wird erfindungsgemäß gelöst durch eine Turbinenschaufel die von einem Aktionsfluid in einer Strömungsrichtung umströmt ist, mit einem Schaufelblatt, das sich entlang einer Schaufelachse erstreckt und an einem Befestigungsbereich gehalten ist, an dem in Strömungsrichtung ein Überhang vorgesehen ist, wobei der Überhang einen Hohlraum mit einer Zuführung und einem Auslaß für ein Kühlmedium sowie ein Deckelelement aufweist, wobei das Deckelelement zumindest bereichsweise (teilweise) auf der dem Schaufelblatt zugewandten Seite des Überhangs angeordnet ist.

30

In einer Turbine verläuft ein Strömungsweg des Aktionsfluids im wesentlichen parallel zu einer Rotorachse der Turbine. Im Strömungsweg des Aktionsfluids sind Leit- und Laufschaufeln angebracht, die vom Aktionsfluid umströmt werden. Bei Turbinen, insbesondere bei Gasturbinen, die mit einer hohen Eintrittstemperatur für das Aktionsfluid arbeiten, sind die Leit- und Laufschaufeln im Befestigungsbereich so ausgeformt,

35

daß die Befestigungsbereiche der Leit- und Laufschaufeln den Strömungsweg des Aktionsfluids auch bei einer axial zu der Rotorachse auftretenden Verschiebung der Laufschaufeln gegenüber den Leitschaufeln begrenzen und einen Leckstrom von Aktionsfluid in einen außerhalb des Strömungsweges gelegenen Außenraum verhindern. Eine solche Verschiebung entlang der Rotorachse wird durch die wärmebedingte axiale Ausdehnung des Rotors und der daran befestigten Laufschaufeln gegenüber den Leitschaufeln hervorgerufen. Um den Austritt von Aktionsfluid aus dem Strömungsbereich zu vermeiden, weisen die den Strömungsweg begrenzenden Befestigungsbereiche der Leit- und Laufschaufeln einen in Strömungsrichtung ausgeformten Überhang auf. Die Überhänge der axial zur Rotorachse benachbarten Leit- und Laufschaufeln können dabei einander überlappend ausgeführt sein, so daß sie eine Spaltdichtung bilden und den Austritt von Aktionsfluid aus dem Strömungsbereich in den Außenraum vermindern. Die Überlappung der Überhänge benachbarter Schaufeln ist so gewählt, daß sie eine maximale, axial zur Rotorachse auftretende Verschiebung der Laufschaufeln relativ zu den Leitschaufeln ausgleichen kann. Die maximal auftretende Verschiebung ist dabei wesentlich von der durch das Aktionsfluid auf den Rotor und auf die Laufschaufeln übertragenen Temperatur abhängig.

Die Erfindung geht von der Erkenntnis aus, daß die Überhänge in den Befestigungsbereichen der Leit- und Laufschaufeln zur Abdichtung des Strömungsweges relativ weit überstehen und damit weitab von einer Befestigung der Turbinenschaufel mit einer Turbinengehäuse. Es besteht die Gefahr, daß die vom Aktionsfluid auf die Überhänge übertragene Wärme nur ungenügend an das im Vergleich zum Aktionsfluid kühlere Gehäuse abgeführt werden kann und die Überhänge somit ungenügend gekühlt werden. Unter Umständen kann die ungenügende Kühlung der Überhänge zu einer vorzeitigen Abnutzung der Turbinenschaufel führen und die Lebensdauer der Turbinenschaufel verkürzen.

Die Erfindung geht nun von der Überlegung aus, den Überhang wirkungsvoll mit einem Kühlmedium zu kühlen. Der Überhang weist dazu einen Hohlraum mit einer Zuführung und einem Auslaß für ein Kühlmedium auf, so daß durch eine Wärmeabfuhr über das Kühlmediums die Temperatur des Überhangs auf der dem heißen Aktionsfluid zugewandten Seite eine maximal zulässige Temperatur nicht überschreitet. Der Überhang kann den hohen Temperaturen des Aktionsfluid länger als ein ungekühlter Überhang widerstehen, was in einer längeren Nutzungsdauer der Turbinenschaufel resultiert.

Bevorzugterweise weist der Überhang eine Ausnehmung auf, die mit einem Deckelelement verschlossen ist, so daß das Deckelelement zusammen mit dem Überhang den Hohlraum umschließt. Es ergibt sich so der Vorteil, daß sich der Hohlraum über den gesamten, mit heißem Aktionsfluid beaufschlagten Bereich des Überhangs erstrecken kann und so eine effektive und gleichmäßige Kühlung gewährleistet wird. Insbesondere ist der Kühlmediumbedarf und die Belastung des Überhangs durch Temperaturdifferenzen geringer als beispielsweise bei einer Kühlung mittels Bohrungen längs einer Hauptausdehnungsachse des Überhangs, die zu einer ungleichmäßigen Kühlung führen können. Ein weiterer Vorteil besteht darin, daß das Deckelelement mit einer Schutzschicht zur Erhöhung der Hitzebeständigkeit, beispielsweise mit einer keramischen Hitzeschutzschicht, und/oder mit einer Korrosionsschutzschicht beschichtet und falls erforderlich ausgetauscht werden kann.

Vorteilhafterweise ist die Ausnehmung im Überhang, die mit dem Deckelelement verschlossen ist, auf der dem Aktionsfluid zugewandten Seite angebracht. Dadurch ist die aktionsfluidseitige Wanddicke des Überhangs, die der Wanddicke des Deckelelementes entspricht, genau kontrollierbar und kann gering gehalten sein. Der Kühlmediumverbrauch kann so genau auf diese Wandstärke eingestellt werden, was zu einer Verminderung des Kühlmediumbedarfs führt.

Bevorzugterweise sind in dem Hohlraum des Überhangs mehrere Abstandselemente zur Höhenstabilität vorgesehen. Diese Abstandselemente begrenzen die minimale Höhe des Hohlraumes und gewährleisten einen minimalen Durchflußquerschnitt für Kühlmedium. Besonders vorteilhaft ist die Ausgestaltung der Abstandselemente als säulenartige Pins. Dadurch ergibt sich der Vorteil, daß der Querschnitt der Pins entsprechend den Strömungsanforderungen, die für eine gleichmäßige Durchströmung des Hohlraumes mit Kühlmedium und damit für eine gleichmäßigen Kühlung notwendig sind, gewählt werden kann. So kann beispielsweise durch einen oder mehrere Pins mit einem Querschnitt in der Art eines Flügelprofils Kühlmedium in Bereiche des Hohlraumes gelenkt werden, an denen sich der Überhang stark erwärmt. Ist der Hohlraum durch eine mit einem Deckelement verschlossene Ausnehmung im Überhang gebildet, so stützen die säulenartigen Pins das Deckelement im Bereich der Ausnehmung und begrenzen den minimalen Abstand des Deckelementes zur Ausnehmung hin.

Vorteilhafterweise ist die senkrecht zur Schaufelachse stehende Grundfläche des Hohlraumes rechteckig ausgeführt, wodurch der Überhang auf der dem Aktionsfluid zugewandten Seite fast vollständig von dem im Hohlraum strömenden Kühlmedium gekühlt werden kann. Ein weiterer Vorteil entsteht, wenn der Überhang in Umfangsrichtung eine zur Strömungsrichtung des Aktionsfluids senkrechte Kante aufweist und im Bereich dieser Kante mindestens eine Auslaßöffnung für das Kühlmedium vorgesehen ist. Das Kühlmedium tritt dann an einer Seite des Hohlraumes mit rechteckigem Querschnitt aus, nachdem es den gesamten Hohlraum durchströmt hat. Die gleiche Wirkung wird erzielt, wenn der Hohlraum durch die mit dem Deckelement verschlossene Ausnehmung gebildet wird und das Deckelement eine Kante aufweist, die in Umfangsrichtung senkrecht zur Strömungsrichtung des Aktionsfluids verläuft und Auslaßöffnungen im Bereich dieser Kante vorgesehen sind.

Bevorzugterweise wird das Deckelelement in Umfangsrichtung entlang einer senkrecht zur Strömungsrichtung verlaufenden Kante mit dem Überhang verbunden. Bei einer Längenausdehnung durch Wärmedehnung kann sich das Deckelelement dann nicht in
5 Richtung eines Befestigungsbereiches einer in Umfangsrichtung benachbarten Leit- oder Laufschaufel ausdehnen, sondern in axialer Richtung parallel zur Rotorachse. Vorteilhafterweise wird die Verschiebung eines Endes des Deckelelementes durch Längendehnung in axialer Richtung verringert, indem das Deckelelement entlang einer weiteren parallelen Kante mit dem
10 Überhang verbunden wird. In diesem Fall resultiert die Längendehnung des Deckelelementes in einer Wölbung, die in den Strömungsbereich des heißen Aktionsfluids hineinreicht, nicht jedoch in die mit den Abstandselementen besetzte Ausnehmung
15 des Überhangs. Die Kühlwirkung wird durch eine solche Aufwölbung, und damit Vergrößerung des Hohlraumes jedoch nicht beeinträchtigt. Um die Aufwölbung des Deckelelementes in den Strömungsbereich des Aktionsfluids zu vermeiden wird das Deckelelement vorteilhafterweise punktuell an den Abstandselementen
20 beispielsweise durch Diffusionsschweißen befestigt.

Vorteilhafterweise weist die Turbinenschaufel in dem Schaufelblatt einen Kühlkanal auf. Der Kühlkanal ist über mindestens eine Durchtrittsöffnung mit dem Hohlraum des Überhangs
25 strömungstechnisch verbunden. Durch die Durchtrittsöffnung kann Kühlmedium, welches zur Kühlung der gesamten Turbinenschaufel in den Kühlkanal geleitet wird, in den Hohlraum des Überhangs einströmen. Die Durchtrittsöffnungen dienen als Zuführung für Kühlmedium, das den Hohlraum durchströmt und an
30 den Auslaßöffnungen des Überhangs bzw. des Deckelelementes ausströmt. Dadurch ergibt sich der Vorteil, daß die Turbinenschaufel zur Kühlung nur eine zentrale Kühlmediumzuführung aufweist.

35 Bevorzugterweise ist auf der dem Schaufelblatt abgewandten Außenseite des Überhangs eine Öffnung vom Außenraum in den Hohlraum vorgesehen. Diese Öffnung dient als Zutrittsöffnung

für Kühlmedium, welches dem Hohlraum von der dem Rotor abgewandten Außenseite des Überhangs zugeführt wird.

Anhand der in der Zeichnung dargestellten Ausführungsbeispiele wird die kühlbare Turbinenschaufel näher erläutert. Es zeigen die Figuren in schematischer Darstellung:

FIG 1 Einen perspektivischen Abschnitt einer Gasturbine, einem Rotor mit Laufschaufeln und einer Leitschaufel;
10

FIG 2 Einen Schnitt entlang der Schaufelachse durch eine Leitschaufel aus FIG. 1;

15 FIG 3 Einen Schnitt senkrecht zur Rotorachse durch einen Überhang der Leitschaufel aus FIG..

In FIG. 1 ist ein Teil eines Rotors 1 einer nicht näher dargestellten Gasturbine gezeigt. Auf dem Rotor 1 befinden sich umfangseitig Laufschaufeln 3, welche radial vom Rotor 1 nach außen gerichtet und mit diesem fest verbunden sind. Dem vom Rotor 1 abgewandten Ende 5 jeder Laufschaufel 3 ist als Befestigungsbereich je ein Deckbandsegment 7 zugeordnet, das mit dem Ende 5 fest verbunden ist und zusammen mit den in Umfangsrichtung benachbarten Deckbandsegmenten 7 der Laufschaufeln 3 ein konzentrisch zur Rotorachse 9 verlaufendes Deckband 11 bildet. Das Deckband 11 bildet einen Teil einer um die Rotorachse 9 umlaufenden Begrenzungsfläche, die einen Strömungsbereich eines Aktionsfluids (A) radial begrenzt. In Strömungsrichtung 13 des Aktionsfluids (A) vor den Laufschaufeln 3 sind Leitschaufeln 15 in einem nicht näher dargestellten Leitschaufelkranz angeordnet, von denen zur besseren Darstellung nur eine Leitschaufel 15 gezeigt ist.

35 Ein Schaufelblatt 12 der Leitschaufel 15 erstreckt sich von einem Befestigungsbereich 17, mit dem die Leitschaufel 15 an einem nicht dargestellten Gehäuse im Bereich des Deckbandes

11 befestigt ist, entlang einer Schaufelachse 19 in Richtung der Rotorachse 9. Am Befestigungsbereich 17 der Leitschaufeln 15 ist in Strömungsrichtung 13 des Aktionsfluids A ein Überhang 21 vorgesehen, der sich in axialer Richtung parallel zur Rotorachse 9 und in Umfangsrichtung ausdehnt.

Die dem Schaufelblatt 12 zugewandten Seiten der Überhänge 21 und der Befestigungsbereiche 17 der Leitschaufeln 15 bilden zusammen einen weiteren Teil der radialen Begrenzungsfläche für den Strömungsbereich des Aktionsfluids. Die dem Schaufelblatt 12 abgewandte Außenoberfläche 23 des Überhangs 21 bildet ein Segment einer konzentrisch zur Rotorachse 9 angeordneten, zylindrischen Oberfläche, welche in Umfangsrichtung von dem Deckband 11 umgeben ist. Die Überhänge 21 bilden zusammen mit dem Deckband 11 eine Spaltdichtung, welche das Ausströmen von Aktionsfluid aus dem Strömungsbereich vermindert.

In FIG. 2 ist ein Schnitt entlang der Schaufelachse 19 durch die Leitschaufel 15 und eine Laufschaufel 3 gezeigt. Die Leitschaufel 15 weist einen Kühlkanal 23 auf, der von einer Wandung 25 gebildet wird, die einen Innenraum 26 zur Führung von Kühlmedium K umschließt. Im Befestigungsbereich 17 ist in Strömungsrichtung 13, senkrecht zur Schaufelachse 19, ein Überhang 21 ausgeformt, der sich bis zum Deckbandsegment 7 der axial zur Rotorachse 9 benachbarten Laufschaufel 3 erstreckt und dieses teilweise überlappt. Die Überlappung von Überhang 21 und Deckband 11 ist so gewählt, daß der Überhang 21 das Ende 25 des Deckbandsegmentes 7 auch bei einer wärmebedingte Verschiebung des leitschaufelseitigen Endes 25 des Deckbandes 11 überdeckt und damit das Deckband 11 und der Überhang 21 weiter als Spaltdichtung für das Aktionsfluid A wirken können. Der Überhang 21 weist eine Ausnehmung 27 auf, die sich auf der dem Rotor 1 zugewandten Seite des Überhangs 21 befindet und bildet zusammen mit einem Deckelelement 35 einen Hohlraum 28 zur Führung von Kühlmedium K. Die Ausnehmung 27 erstreckt sich über die gesamte Länge des Überhangs

21 in Strömungsrichtung 13 des Aktionsfluids A und ist mit dem Deckelelement 35 verschlossen.

Das Deckelelement 35 ist entlang einer umfangseitig, tangential verlaufenden Kante 37 an dem der Leitschaufel 15 abgewandten Ende des Überhangs 21 abgewinkelt. Der abgewinkelte Teil 39 des Deckelelementes 35 bildet eine senkrecht zur Außenoberfläche 23 stehende rechteckige Fläche und reicht bis zum Überhang 21. Das Deckelelement 35 ist entlang seiner beiden Außenkanten 41 und 43, welche parallel zur Kante 37 verlaufen mit dem Überhang 21, bzw. mit dem Befestigungsbereich 17 der Leitschaufel 15 verschweißt. Im abgewinkelten Teil 39 des Deckelelementes 35 ist eine Mehrzahl von Austrittsöffnungen 45 vorgesehen, durch die Kühlmedium K aus dem vom Überhang 21 und dem Deckelelement 35 gebildeten Hohlraum 28 austreten kann. Auf der dem abgewinkelten Teil 39 des Deckelelementes 35 gegenüberliegenden Seite des Überhangs 21 sind Zuführungsöffnungen 41 angebracht, die vom Kühlkanal 23 durch die Wandung 25 hindurch in den Hohlraum des Überhangs 21 führen und den Überhang mit Kühlmedium versorgen.

In FIG. 3 ist ein Schnitt durch den Überhang 21 in einer Ebene senkrecht zur Rotorachse 9 gezeigt. Die Ausnehmung 27 erstreckt sich zwischen zwei Randstegen 29 und 31, welche die Ausnehmung 27 zu den umfangseitig benachbarten Überhängen 21 abgrenzen. Im Bereich der Ausnehmung 27 ist eine Anzahl von zylindrischen Pins 33 angeordnet, die sich vom Überhang 21 senkrecht zur Außenoberfläche 23 hin in Richtung Rotor 1 erstrecken. Die Pins 33 haben einen runden Querschnitt und erzeugen so einen in alle Richtungen parallel zur Innenseite des Deckelelementes 35 gleichen Strömungswiderstand, der die gleichmäßige Durchströmung des Hohlraumes 28 mit Kühlmedium K begünstigt und zu einer gleichmäßigen Kühlung des Überhangs 21 beiträgt.

35

Die Ausnehmung 27 weist in einer senkrecht zur Schaufelachse 19 stehenden Ebene eine rechteckige Grundfläche auf und ist

rotorseitig mit dem rechteckigen, plattenförmigen Deckelelement 35 verschlossen, das parallel zur Außenoberfläche 23 des Überhangs 21 verläuft und die Ausnehmung 27 zwischen den beiden Randstegen 29 und 31 vollständig überdeckt. Auf der dem Rotor 1 zugewandten Seite ist das Deckelelement 35 mit einer keramischen Hitzeschutzschicht 36 beschichtet um den hohen Temperaturen des Aktionsfluids A zu widerstehen.

Patentansprüche

1. Turbinenschaufel (15) für eine Umströmung mit einem Aktionsfluid (A) in einer Strömungsrichtung (13) mit einem Schaufelblatt (12), das sich entlang einer Schaufelachse (19) erstreckt und an einem Befestigungsbereich (17) gehalten ist, an dem in Strömungsrichtung (13) ein Überhang (21) vorgesehen ist, welcher Überhang (21) einen Hohlraum (28) mit einer Zuführung (47) und einem Auslaß (45) für ein Kühlmedium aufweist, **d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t**, daß der Hohlraum (28) mit einem Deckelelement (35) versehen ist, das zumindest teilweise auf der dem Schaufelblatt (12) zugewandten Seite des Überhangs (21) angeordnet ist.
2. Turbinenschaufel (15) nach Anspruch 1, **d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t**, daß der Hohlraum (28) in dem Überhang (21) durch eine Ausnehmung (27) gebildet ist, die mit dem Deckelelement (35) verschlossen ist.
3. Turbinenschaufel (15) nach Anspruch 1 oder 2, **d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t**, daß das Deckelelement (35) entlang einer umfangseitig, tangential verlaufenden, ersten Befestigungskante (43) mit dem Überhang (21) verbunden ist.
4. Turbinenschaufel (15) nach Anspruch 3, **d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t**, daß das Deckelelement (35) zusätzlich entlang einer im wesentlichen zur ersten Befestigungskante (43) parallelen zweiten Befestigungskante (41) mit dem Überhang verbunden ist.
5. Turbinenschaufel (15) nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t**, daß das Deckelelement (35) punktuell an den Abstandselementen (33) befestigt ist.

6. Turbinenschaufel (15) nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß das Deckelelement (35) mit einer Schutzschicht (36) beschichtet ist.

5

7. Turbinenschaufel (15) nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Turbinenschaufel (15) in dem Schaufelblatt (12) einen Kühlkanal (23) aufweist und eine Durchtrittsöffnung (47) den Kühlkanal (23) mit dem Hohlraum (28) im Überhang (21) strömungstechnisch verbindet.

10

8. Turbinenschaufel (15) nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß der Überhang (21) eine zur Strömungsrichtung (13) des Aktionsfluids (A) und zur Schaufelachse (19) im wesentlichen senkrechte Kante (37) aufweist und daß im Bereich dieser Kante mindestens eine Austrittsöffnung (45) für Kühlmedium (K) vorgesehen ist.

15

9. Turbinenschaufel (15) nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß eine Mehrzahl von Abstandselementen (33) zur Höhenstabilität des Hohlraums (28) vorgesehen sind.

20

10. Turbinenschaufel (15) nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Abstandselemente (33) als säulenartige Pins ausgebildet sind.

25

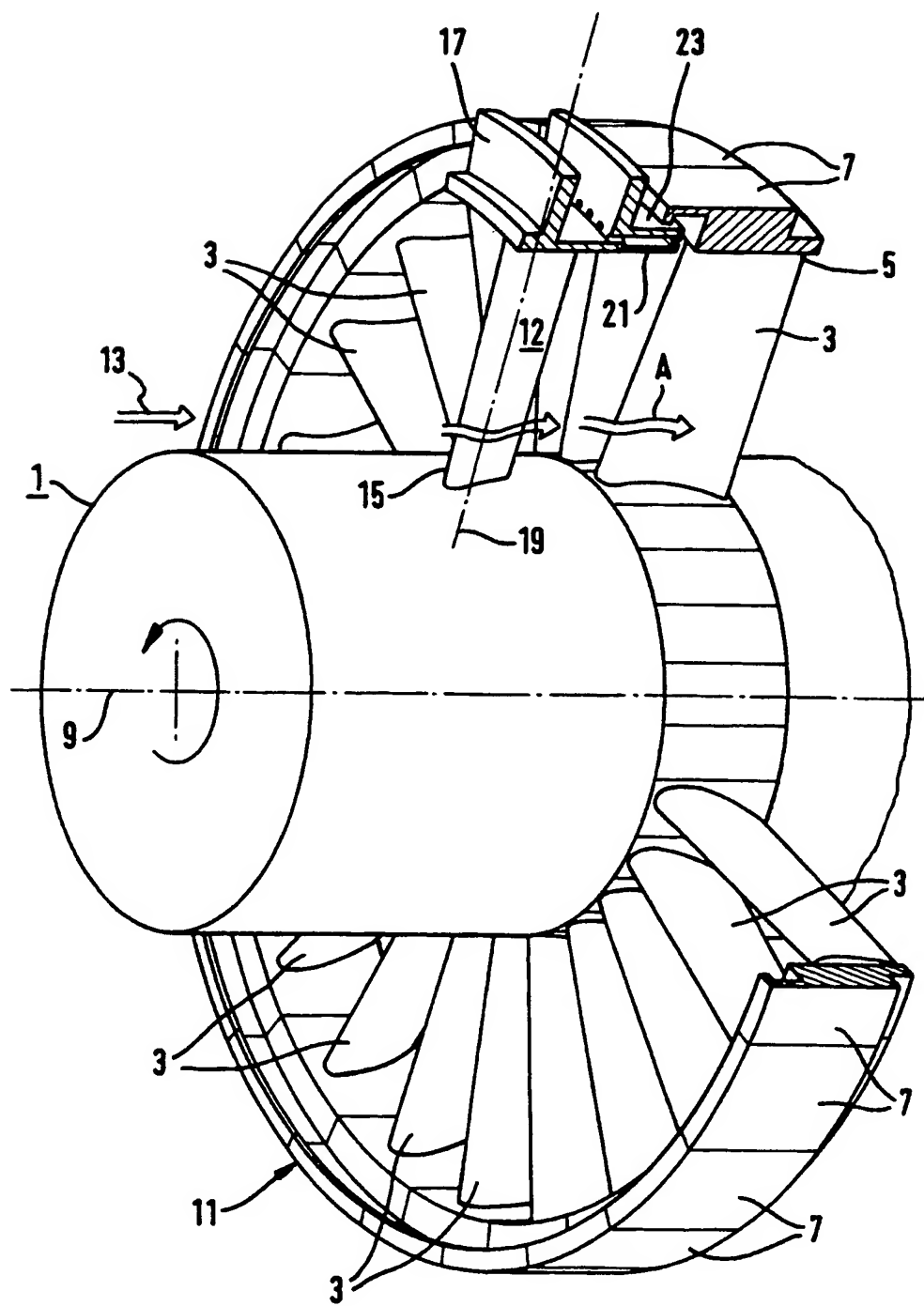
11. Turbinenschaufel (15) nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß der Hohlraum (28) eine im wesentlichen rechteckige Grundfläche aufweist.

30

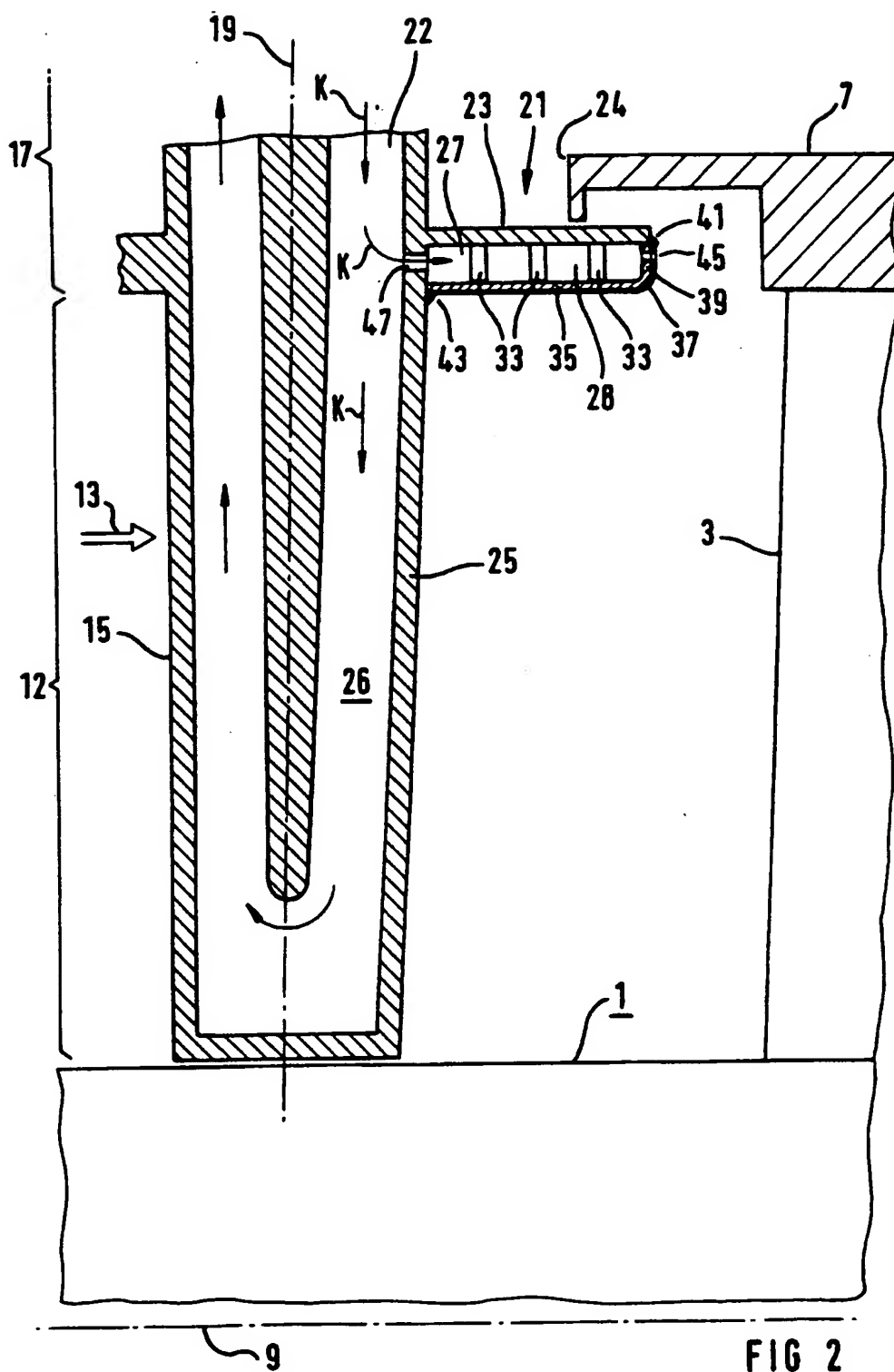
12. Turbinenschaufel (15) nach einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß eine Zutrittsöffnung auf der dem Schaufelblatt (13) abgewandten

Seite des Überhangs (21) in den Hohlraum (28) zur Zuführung von Kühlmedium (K) vorgesehen ist.

1/3



2/3



3/3

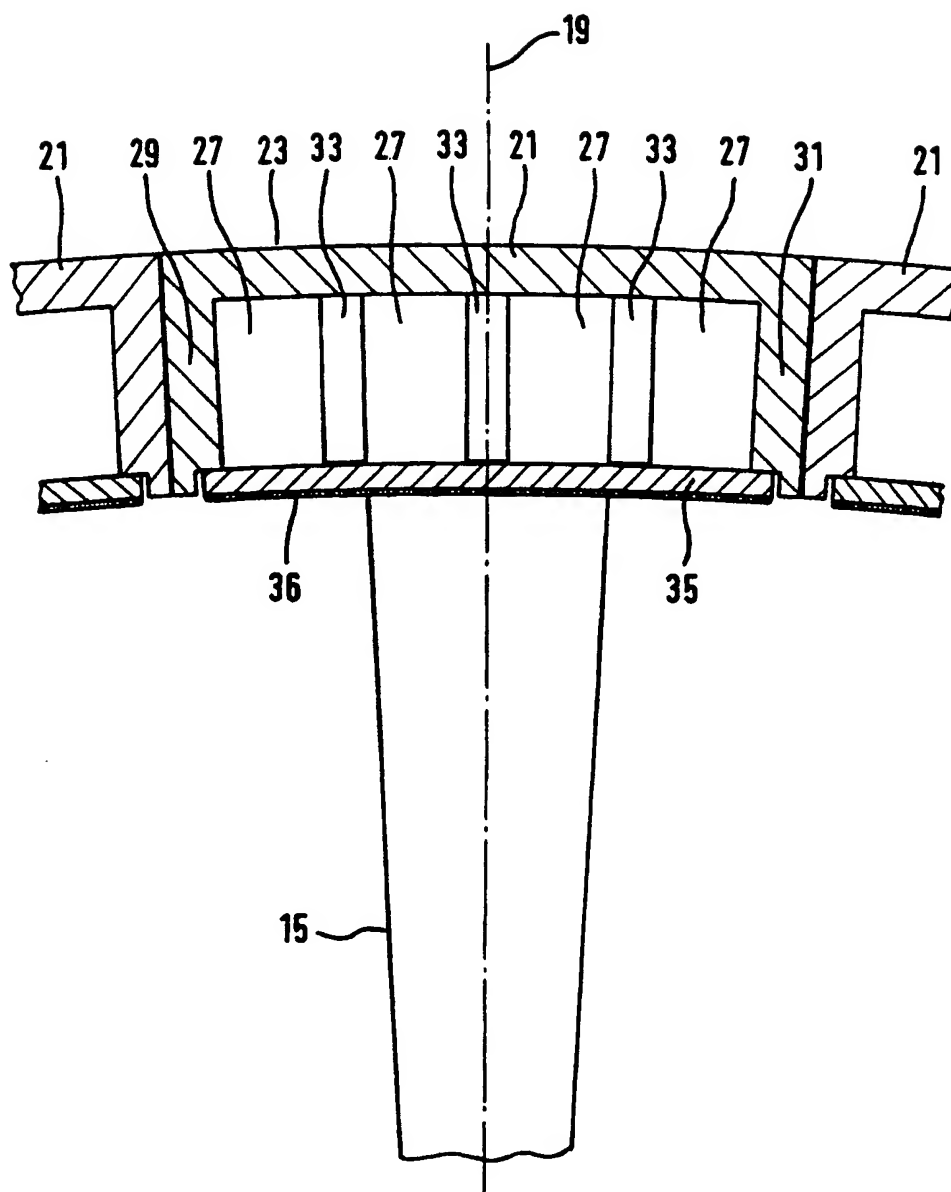


FIG 3

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PLI/DE 99/01263

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC 6 F01D5/18

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 6 F01D

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 3 446 480 A (EMMERSON CALVIN W ET AL) 27 May 1969 (1969-05-27) figures	1-4, 7, 9-12
X	US 2 931 623 A (ORENDA ENGINES LTD) 5 April 1960 (1960-04-05) figures	1-4, 11, 12
X	US 3 619 076 A (KYDD PAUL H) 9 November 1971 (1971-11-09) figures	1-5, 7-9, 11, 12
X	US 3 804 551 A (MOORE J) 16 April 1974 (1974-04-16) figures	1-4, 7, 8, 11, 12
	-/-	

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents :

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

10 September 1999

Date of mailing of the international search report

17/09/1999

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Raspo, F

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/DE 99/01263

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 3 950 113 A (ALBRECHT GUNTHER) 13 April 1976 (1976-04-13)	1-4,7,8
Y	column 2, line 30 - line 33 column 2, line 47 - line 51 ---	1-12
Y	US 5 197 852 A (ELOVIC ANDREW P ET AL) 30 March 1993 (1993-03-30) column 4, last paragraph - column 5, paragraph 2 figures 3-5 ---	1-12
A	US 5 591 002 A (CUNHA FRANCISCO J ET AL) 7 January 1997 (1997-01-07) figures -----	1-12

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PC: /DE 99/01263

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 3446480 A	27-05-1969	DE 1601568 A FR 1537338 A GB 1161297 A GB 1161298 A	27-08-1970 13-08-1969 13-08-1969
US 2931623 A	05-04-1960	FR 1226766 A GB 837469 A	16-07-1960
US 3619076 A	09-11-1971	DE 2104482 A FR 2080425 A GB 1307338 A JP 54005048 B NL 7100990 A, B,	12-08-1971 12-11-1971 21-02-1973 13-03-1979 04-08-1971
US 3804551 A	16-04-1974	DE 2336952 A FR 2198052 A GB 1437618 A IT 993116 B JP 1102262 C JP 49092413 A JP 56044241 B NL 7311237 A	14-03-1974 29-03-1974 03-06-1976 30-09-1975 25-06-1982 03-09-1974 19-10-1981 05-03-1974
US 3950113 A	13-04-1976	DE 1801475 A GB 1295370 A	30-04-1970 08-11-1972
US 5197852 A	30-03-1993	CA 2039820 A DE 4102033 A FR 2662742 A GB 2244520 A JP 4231605 A	01-12-1991 05-12-1991 06-12-1991 04-12-1991 20-08-1992
US 5591002 A	07-01-1997	US 5634766 A US 5743708 A CA 2155376 A EP 0698723 A JP 8177406 A	03-06-1997 28-04-1998 24-02-1996 28-02-1996 09-07-1997

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PLI/DE 99/01263

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
IPK 6 F01D5/18

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
IPK 6 F01D

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 3 446 480 A (EMMERSON CALVIN W ET AL) 27. Mai 1969 (1969-05-27) Abbildungen	1-4,7, 9-12
X	US 2 931 623 A (ORENDA ENGINES LTD) 5. April 1960 (1960-04-05) Abbildungen	1-4,11, 12
X	US 3 619 076 A (KYDD PAUL H) 9. November 1971 (1971-11-09) Abbildungen	1-5,7-9, 11,12
X	US 3 804 551 A (MOORE J) 16. April 1974 (1974-04-16) Abbildungen	1-4,7,8, 11,12
	--- -/--	

☒ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

☒ Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

A Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

E älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

L Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

O Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

P Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

T Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

X Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

Y Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

Z Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

10. September 1999

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

17/09/1999

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Raspo, F

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE 99/01263

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 3 950 113 A (ALBRECHT GUNTHER) 13. April 1976 (1976-04-13)	1-4,7,8
Y	Spalte 2, Zeile 30 - Zeile 33 Spalte 2, Zeile 47 - Zeile 51 ---	1-12
Y	US 5 197 852 A (ELOVIC ANDREW P ET AL) 30. März 1993 (1993-03-30) Spalte 4, letzter Absatz - Spalte 5, Absatz 2 Abbildungen 3-5 ---	1-12
A	US 5 591 002 A (CUNHA FRANCISCO J ET AL) 7. Januar 1997 (1997-01-07) Abbildungen -----	1-12

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlich. in, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PLI/DE 99/01263

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 3446480 A	27-05-1969	DE 1601568 A FR 1537338 A GB 1161297 A GB 1161298 A	27-08-1970 13-08-1969 13-08-1969
US 2931623 A	05-04-1960	FR 1226766 A GB 837469 A	16-07-1960
US 3619076 A	09-11-1971	DE 2104482 A FR 2080425 A GB 1307338 A JP 54005048 B NL 7100990 A, B,	12-08-1971 12-11-1971 21-02-1973 13-03-1979 04-08-1971
US 3804551 A	16-04-1974	DE 2336952 A FR 2198052 A GB 1437618 A IT 993116 B JP 1102262 C JP 49092413 A JP 56044241 B NL 7311237 A	14-03-1974 29-03-1974 03-06-1976 30-09-1975 25-06-1982 03-09-1974 19-10-1981 05-03-1974
US 3950113 A	13-04-1976	DE 1801475 A GB 1295370 A	30-04-1970 08-11-1972
US 5197852 A	30-03-1993	CA 2039820 A DE 4102033 A FR 2662742 A GB 2244520 A JP 4231605 A	01-12-1991 05-12-1991 06-12-1991 04-12-1991 20-08-1992
US 5591002 A	07-01-1997	US 5634766 A US 5743708 A CA 2155376 A EP 0698723 A JP 8177406 A	03-06-1997 28-04-1998 24-02-1996 28-02-1996 09-07-1997